

IAP20 PCT/JP2004/015999 22 DEC 2005

## 明 細 書

## シリコンウェーハの加工方法

## 技術分野

- [0001] 本発明は、シリコンウェーハの製造工程において、発生するウェーハ表面の加工変質層をエッチング除去する方法の改善に関する。更に詳しくは、ウェーハ両面が高精度の平坦度及び小さい表面粗さを有しかつウェーハの表裏面を目視により識別可能にするシリコンウェーハの加工方法を提供することにある。

## 背景技術

- [0002] 一般に半導体シリコンウェーハの製造工程は、引上げたシリコン単結晶インゴットから切出し、スライスして得られたウェーハを、面取り、機械研磨(ラッピング)、エッチング、鏡面研磨(ポリッシング)及び洗浄する工程から構成され、高精度の平坦度を有するウェーハとして生産される。これらの工程は目的により、その一部の工程が入替えられたり、複数回繰返されたり、或いは熱処理、研削等他の工程が付加、置換されたりして種々の工程が行われる。

ブロック切断、外径研削、スライシング、ラッピング等の機械加工プロセスを経たシリコンウェーハは表面にダメージ層即ち加工変質層を有している。加工変質層はデバイス製造プロセスにおいてスリップ転位等の結晶欠陥を誘発したり、ウェーハの機械的強度を低下させ、また電気的特性に悪影響を及ぼすので完全に除去しなければならない。

- [0003] この加工変質層を取除くため、エッチング処理が行われる。エッチング処理には、混酸等の酸エッチング液を用いる酸エッチングと、NaOH等のアルカリエッチング液を用いるアルカリエッチングとがある。

しかし、酸エッチングを行うことにより、ラッピングで得られた平坦度が損なわれ、エッチング表面にmmオーダーのうねりやピールと呼ばれる凹凸が発生する。また、アルカリエッチングを行うことにより、局所的な深さが数 $\mu$ mで、大きさが数〜数十 $\mu$ m程度のピット(以下、これをファセットという。)が発生する等の問題点があった。

- [0004] 上記問題点を解決する方法としてアルカリエッチングの後に、酸エッチングを行い、

このときのアルカリエッチングの取り代を酸エッチングの取り代より大きくするウェーハの加工方法及びこの方法により加工されたウェーハが提案されている(例えば、特許文献1参照。 )。

上記特許文献1に示される方法により、ラッピング後の平坦度を維持しつつ加工変質層を除去し、平面粗さを改善し、特に局所的なファセットをより浅く、滑らかな凹凸形状を持ち、パーティクルや汚染の発生しにくいエッチング表面を有するウェーハを作製することが可能となる。

一方、デバイスプロセスの搬送系でのウェーハ有無の検知はウェーハ裏面により行われているため、表面を鏡面研磨したウェーハ裏面が鏡面状であると、検知困難や誤検知するなどの問題が生じていた。

特許文献1:特開平11-233485号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0005] 上記特許文献1に示されたウェーハの表面を鏡面研磨したウェーハ(以下、PW; Polished Waferという。)では、デバイスメーカーの所望するような良好な平坦度を有し、かつPWの裏面粗さが小さいウェーハを得られないことができない問題があった。

[0006] 本発明の目的は、ラッピング後の平坦度を維持するとともに、表面粗さを低減し得るシリコンウェーハの加工方法を提供することにある。

本発明の別の目的は、表面を鏡面研磨したウェーハにおいて、良好な平坦度を得、かつ裏面粗さが小さくなるシリコンウェーハの加工方法を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0007] 請求項1に係る発明は、ラッピング工程に続いて洗浄工程を経た加工変質層を有するシリコンウェーハをフッ酸及び硝酸を主成分とする酸水溶液にリン酸が含有する酸エッチング液に浸漬させてウェーハをエッチングするシリコンウェーハの加工方法である。

請求項1に係る発明では、フッ酸及び硝酸を主成分とする酸水溶液にリン酸を含有した酸エッチング液によりエッチングを施すと、ラッピング後の平坦度を維持するとともに、表面粗さを低減することができる。

[0008] 請求項2に係る発明は、請求項1に係る発明であって、フッ酸及び硝酸を主成分とする酸水溶液を100重量%としたとき、酸水溶液はリン酸を30〜40重量%含有する加工方法である。

[0009] 請求項3に係る発明は、図1に示すように、複数のエッチング槽に酸エッチング液とアルカリエッチング液をそれぞれ貯え、ラッピング工程11に続いて洗浄工程12を経た加工変質層を有するシリコンウェーハを酸エッチング液とアルカリエッチング液とに順次浸漬するエッチング工程13と、エッチングされたウェーハの片面を鏡面研磨する表面鏡面研磨工程18と、表面鏡面研磨されたウェーハを洗浄する洗浄工程19とを含むシリコンウェーハの加工方法の改良であり、その特徴ある構成は、エッチング工程13が酸エッチングの後にアルカリエッチングが行われる工程であって、酸エッチング液がフッ酸及び硝酸を主成分とする酸水溶液100重量%にリン酸30重量%以上を含有するところにある。

請求項3に係る発明では、上記工程11〜工程19を経ることにより、表面を鏡面研磨したウェーハにおいて、良好な平坦度を得、かつ裏面粗さが小さくなるシリコンウェーハを得ることができる。

[0010] 請求項4に係る発明は、請求項3に係る発明であって、図1に示すように、エッチング工程13と、表面鏡面研磨工程18との間にエッチング工程13で形成されたウェーハ裏面の凹凸の一部を研磨する裏面軽研磨工程17を更に含む加工方法である。

請求項4に係る発明では、裏面軽研磨工程をウェーハ裏面に施すことで裏面の粗さが低減される。

[0011] 請求項5に係る発明は、請求項3に係る発明であって、フッ酸及び硝酸を主成分とする酸水溶液を100重量%としたとき、酸水溶液はリン酸を30〜40重量%含有する加工方法である。

[0012] 請求項6に係る発明は、請求項3に係る発明であって、エッチング工程13における酸エッチングを、シリコンウェーハへ酸エッチング液を滴下し、ウェーハをスピンさせることにより滴下した酸エッチング液をウェーハ表面全体に拡げてエッチングするスピコート法により行う加工方法である。

発明の効果

[0013] 以上述べたように、本発明の加工方法によれば、フッ酸及び硝酸を主成分とする酸水溶液にリン酸を含有した酸エッチング液によりエッチングを施すと、ラッピング後の平坦度を維持するとともに、表面粗さを低減できる。

また、加工変質層を有するシリコンウェーハを酸エッチング液とアルカリエッチング液とに順次浸漬するエッチング工程と、エッチングされたウェーハの片面を鏡面研磨する表面鏡面研磨工程と、表面鏡面研磨されたウェーハを洗浄する洗浄工程とを含み、エッチング工程が酸エッチングの後にアルカリエッチングが行われ、酸エッチング液がフッ酸及び硝酸を主成分とする酸水溶液100重量%にリン酸30重量%以上を含有する本発明のシリコンウェーハの加工方法を施すことにより、表面を鏡面研磨したウェーハにおいて、良好な平坦度を得、かつ裏面粗さが小さくなるシリコンウェーハを得られる。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0014] 次に本発明を実施するための最良の形態を図面に基づいて説明する。

まず、育成されたシリコン単結晶インゴットは、先端部及び終端部を切断してブロック状とし、インゴットの直径を均一にするためにインゴットの外径を研削してブロック体とする。特定の結晶方位を示すために、このブロック体にオリエンテーションフラットやオリエンテーションノッチを施す。このプロセスの後、ブロック体は棒軸方向に対して所定角度をもってスライスされる。

スライスされたウェーハは、ウェーハの周辺部の欠けやチップを防止するためにウェーハ周辺に面取り加工する。この面取りを施すことにより、例えば面取りされていないシリコンウェーハ表面上にエピタキシャル成長するときに周辺部に異常成長が起こり環状に盛り上がるクラウン現象を抑制することができる。図1に示すように、スライスで生じたウェーハ表面の凹凸層を機械研磨(ラッピング)してウェーハ表面の平坦度とウェーハの平行度を高める(工程11)。ラッピング工程11を施したウェーハは洗浄工程12で洗浄されて次工程へと送られる。

[0015] 次いで、面取りやラッピング工程11により導入された機械的なウェーハ表面の加工変質層をエッチングによって完全に除去する(工程13)。

本発明のエッチング工程13では、複数のエッチング槽に酸エッチング液とアルカリ

エッチング液をそれぞれ貯え、シリコンウェーハを酸エッチング液とアルカリエッチング液とに順次浸漬する。またエッチング工程13は酸エッチング13aの後にアルカリエッチング13bが行われる。この順にそれぞれエッチングされたウェーハの表面は、形状の大きいファセットが少なくかつ深いピットの発生も抑制される。またエッチング工程13における酸エッチングを、シリコンウェーハへ酸エッチング液を滴下し、ウェーハをスピニングさせることにより滴下した酸エッチング液をウェーハ表面全体に拡げてエッチングするスピニングコート法により行ってもよい。

- [0016] 酸エッチング13aに用いられる酸エッチング液はフッ酸及び硝酸を主成分とする酸水溶液100重量%にリン酸30重量%以上が含有する。リン酸を30重量%以上含有した酸エッチング液を用いることにより、ラッピング後の平坦度を維持するとともに、表面粗さを低減することができる。酸エッチング液はフッ酸及び硝酸を主成分とする酸水溶液を100重量%としたとき、リン酸が30〜40重量%含有するように調製されることが好ましい。

アルカリエッチング13bに用いられるアルカリエッチング液は水酸化ナトリウム又は水酸化カリウムが含まれ、更に、水酸化リチウムを含んでもよい。

- [0017] また、各エッチング工程の間にはリンス工程を行う必要がある。例えば酸エッチング工程13aとアルカリエッチング13bとの間には、純水リンスを施す洗浄工程14が設けられる。リンス洗浄工程14を間に入れることにより、ウェーハに付着した酸やアルカリが洗い落とされるため次に続く工程において、前工程のエッチング槽からの薬液の持込みを防ぐことができ、薬液組成の変動を最小限に抑制することができる。

エッチング工程13を終えたウェーハは洗浄工程16で表面に付着した薬液が洗い流されて次工程へと送られる。

- [0018] 次に、エッチング工程13で形成されたウェーハ裏面の凹凸の一部を研磨する裏面軽研磨工程を行う(工程17)。この裏面軽研磨をウェーハ裏面に施すことにより裏面の粗さが低減される。

裏面軽研磨工程17及び次に続く表面鏡面研磨工程18では片面研磨方法が用いられる。これらの工程17, 18で使用される研磨装置は片面研磨装置を用いてもよいし、両面研磨装置を用いて片面研磨を行ってもよい。裏面軽研磨工程17によるウェー

ーハ裏面の研磨代は $1\mu\text{m}$ 以下とする。好ましくは $0.3\mu\text{m}$ 以下である。 $1\mu\text{m}$ を越えると、光沢度がデバイスメーカーの所望する数値とならず表裏面の区別がつきにくくなる。この裏面軽研磨17によりウェーハ裏面の形状は、裏面の粗さが所定の範囲に抑えられる。

- [0019] 裏面軽研磨工程17を終えたウェーハは、その表面を機械的ないし物理的研磨と化学的研磨とを組合わせた鏡面研磨をすることにより、光学的光沢をもち加工歪みのない鏡面ウェーハにされる(工程18)。

表面鏡面研磨を終えたウェーハは洗浄され(工程19)、デバイス製造プロセスへと送られる。本発明の工程11ー工程19を経ることにより、表面を鏡面研磨したウェーハにおいて、良好な平坦度を得、かつ裏面粗さが小さくなるシリコンウェーハを得ることができる。

### 実施例

- [0020] 次に本発明の実施例を比較例とともに詳しく説明する。

#### <実施例1>

先ず、シリコン単結晶インゴットをスライスし、面取り、ラッピングに続いて洗浄を経た加工変質層を有するシリコンウェーハを用意した。フッ酸、硝酸、リン酸及び水を体積比( $\text{HF}:\text{HNO}_3:\text{H}_3\text{PO}_4:\text{H}_2\text{O}$ )が $1:8:6:5$ となるように混合して酸エッチング液を調製した。調製した酸エッチング液をエッチング槽に貯え、液温を $80^\circ\text{C}$ に維持した。48重量%の水酸化カリウムを含むアルカリエッチング液を調製し、このアルカリエッチング液をエッチング槽に貯え、液温を $80^\circ\text{C}$ に維持した。

次いで、酸エッチング槽内の酸エッチング液を攪拌しながら上記ウェーハを浸漬してウェーハの取り代を表面と裏面を合わせた合計で $20\mu\text{m}$ となるように酸エッチングを行った。酸エッチングを終えたウェーハを超純水に浸漬してリンスを行った。

次に、アルカリエッチング槽内のエッチング液を攪拌しながら上記ウェーハを浸漬してウェーハの取り代を表面と裏面を合わせた合計で $5\mu\text{m}$ となるようにアルカリエッチングを行った。アルカリエッチングを終えたウェーハを超純水に浸漬してリンスを施してウェーハを得た。

- [0021] <実施例2>

酸エッチングにおけるウェーハの取り代を表面と裏面を合わせた合計で $12\mu\text{m}$ とし、アルカリエッチングにおけるウェーハの取り代を表面と裏面を合わせた合計で $11\mu\text{m}$ とした以外は実施例1と同様にしてエッチングを行った。

[0022] <比較例1>

フッ酸、硝酸、酢酸及び水を体積比( $\text{HF}:\text{HNO}_3:\text{CH}_3\text{COOH}:\text{H}_2\text{O}$ )が $1:8:6:5$ となるように混合して酸エッチング液を調製し、酸エッチングにおけるウェーハの取り代を表面と裏面を合わせた合計で $12\mu\text{m}$ とし、アルカリエッチングにおけるウェーハの取り代を表面と裏面を合わせた合計で $12\mu\text{m}$ とした以外は実施例1と同様にしてエッチングを行った。

[0023] <比較試験及び評価>

実施例1, 2及び比較例1で得られたウェーハ表面の所定位置を表面粗さ測定装置を用いて走査し、表面粗さ測定を行った。表面粗さの測定結果を図2～図4に、各表面粗さ測定結果における平均ラフネス $R_a$  (average roughness)、平方根平均ラフネス $R_{ms}$  (root-mean-square roughness) 及びラフネスの最大値 $R_{p-v}$  (peak-to-valley) を表1にそれぞれ示す。なお、図2～図4における $L_{ms}$  は平均表面レベル (mean surface level) を示す。

[0024] [表1]

	酸エッチング液	表裏面合計取り代[μm]		平均ラフネス R <sub>a</sub> [Å]	平方根平均ラフネス R <sub>ms</sub> [Å]	ラフネスの最大値 R <sub>P-V</sub> [Å]
		酸	アルカリ			
実施例 1	フッ酸：硝酸：リン酸：水=1：8：6：5	20	5	2452.80	3165.09	24870.80
〃 2	フッ酸：硝酸：リン酸：水=1：8：6：5	12	11	2932.65	3764.69	31172.44
比較例 1	フッ酸：硝酸：酢酸：水=1：8：6：5	12	12	4119.73	5223.79	36016.68

[0025] 図4及び表1より明らかなように、酢酸を含む酸エッチング液を用いてエッチングを行った比較例1では、表面粗さが大きく、表面高さの絶対値を示す $R_{p-v}$  も大きな数値を表している。これに対して図2及び図3より明らかなように、実施例1及び2では、同様の製造条件にもかかわらず表面粗さが大幅に改善されていることが判る。特に酸エッチングによる合計取り代の割合を大きくした実施例1は更なる表面粗さの低減を図ることができることが判る。

## 産業上の利用可能性

[0026] 本発明のシリコンウェーハの加工方法は、ウェーハ製造工程において、発生するウェーハ表面の加工変質層をエッチング除去することに利用することができる。

## 図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明のシリコンウェーハの加工方法を示す工程図である。

[図2]実施例1で得られたウェーハの表面粗さ測定図である。

[図3]実施例2で得られたウェーハの表面粗さ測定図である。

[図4]比較例1で得られたウェーハの表面粗さ測定図である。

## 符号の説明

- [0028]
- 11 ラッピング工程
  - 12 洗浄工程
  - 13 エッチング工程
    - 13a 酸エッチング
    - 13b アルカリエッチング
  - 17 裏面軽研磨工程
  - 18 表面鏡面研磨工程
  - 19 洗浄工程

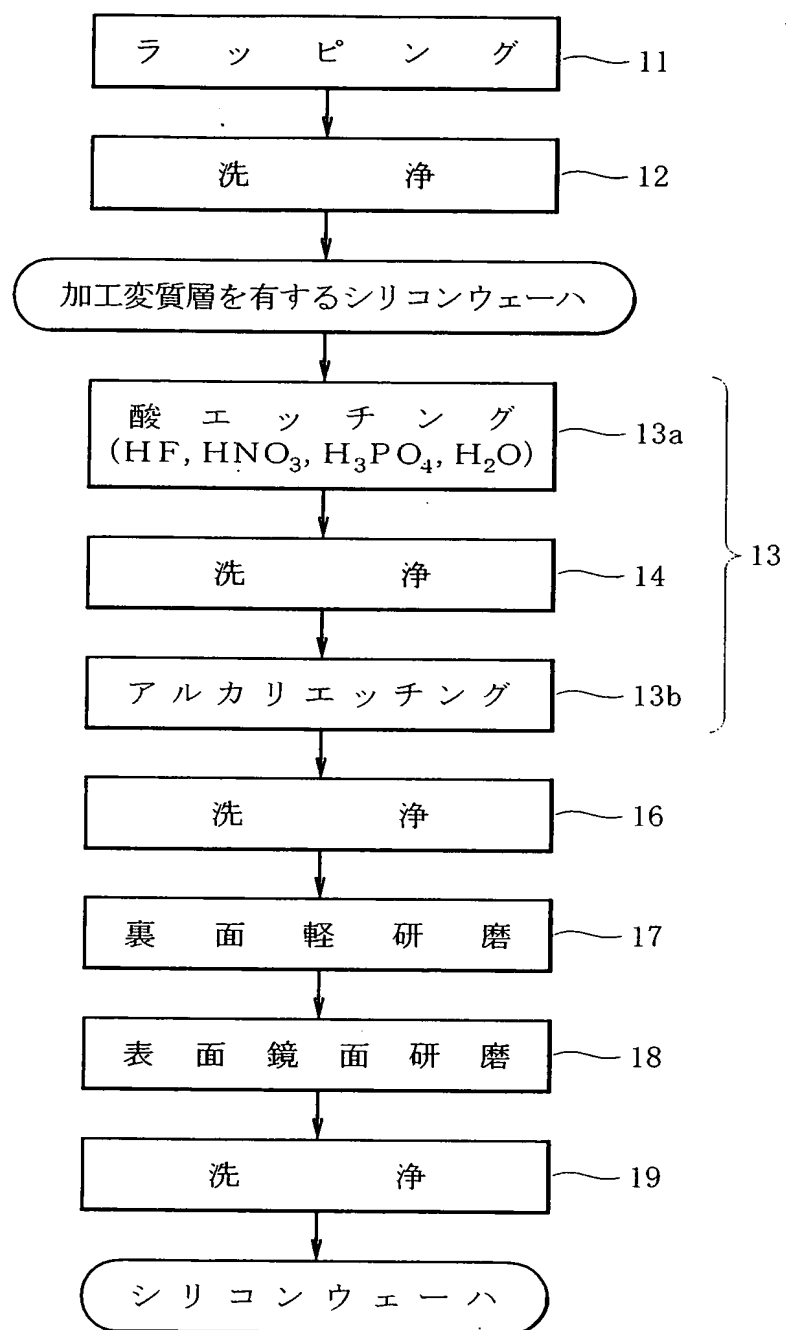


## 請求の範囲

- [1] ラッピング工程に続いて洗浄工程を経た加工変質層を有するシリコンウェーハをフッ酸及び硝酸を主成分とする酸水溶液にリン酸が含有する酸エッチング液に浸漬させて前記ウェーハをエッチングするシリコンウェーハの加工方法。
- [2] フッ酸及び硝酸を主成分とする酸水溶液を100重量%としたとき、前記酸水溶液はリン酸を30〜40重量%含有する請求項1記載の加工方法。
- [3] 複数のエッチング槽に酸エッチング液とアルカリエッチング液をそれぞれ貯え、ラッピング工程(11)に続いて洗浄工程(12)を経た加工変質層を有するシリコンウェーハを酸エッチング液とアルカリエッチング液とに順次浸漬するエッチング工程(13)と、  
前記エッチングされたウェーハの片面を鏡面研磨する表面鏡面研磨工程(18)と、  
前記表面鏡面研磨されたウェーハを洗浄する洗浄工程(19)と  
を含むシリコンウェーハの加工方法において、  
前記エッチング工程(13)が酸エッチングの後にアルカリエッチングが行われる工程であって、  
前記酸エッチング液がフッ酸及び硝酸を主成分とする酸水溶液100重量%にリン酸30重量%以上を含有することを特徴とするシリコンウェーハの加工方法。
- [4] エッチング工程(13)と、表面鏡面研磨工程(18)との間に前記エッチング工程(13)で形成されたウェーハ裏面の凹凸の一部を研磨する裏面軽研磨工程(17)を更に含む請求項3記載の加工方法。
- [5] フッ酸及び硝酸を主成分とする酸水溶液を100重量%としたとき、前記酸水溶液はリン酸を30〜40重量%含有する請求項3記載の加工方法。
- [6] エッチング工程(13)における酸エッチングを、シリコンウェーハへ酸エッチング液を滴下し、前記ウェーハをスピンのさせることにより前記滴下した酸エッチング液をウェーハ表面全体に拡げてエッチングするスピンコート法により行う請求項3記載の加工方法。

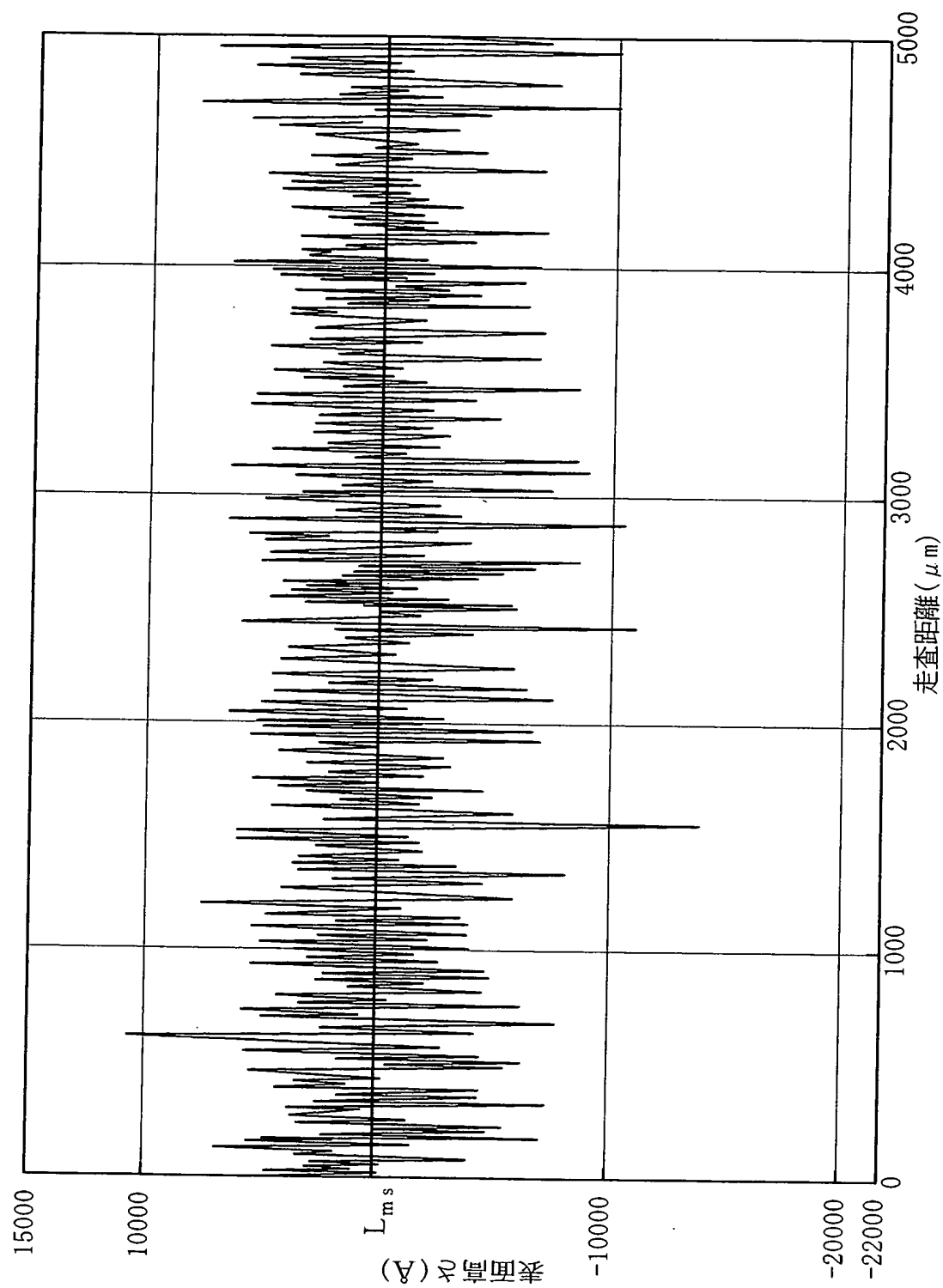
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[図1]



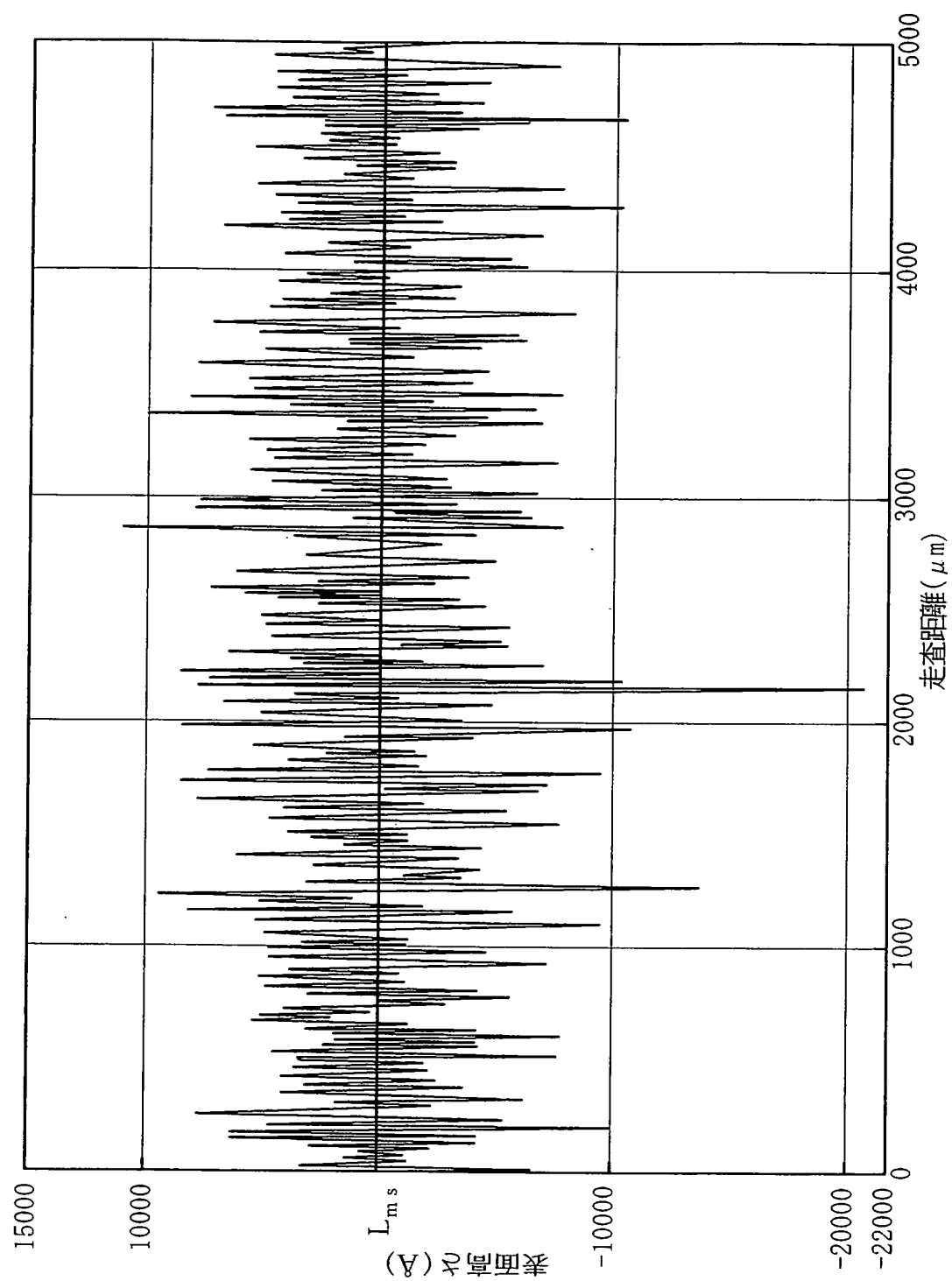
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[図2]



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

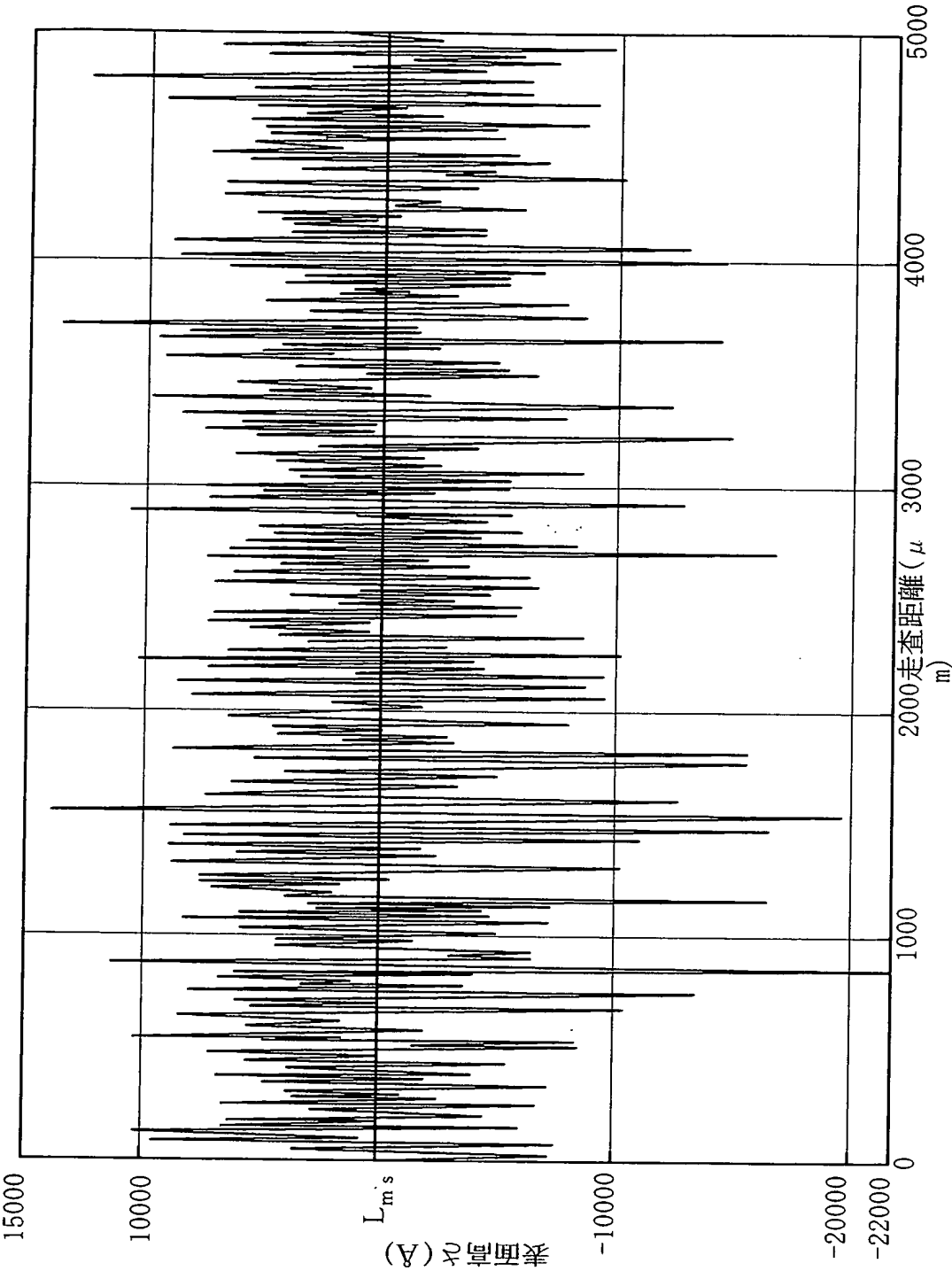
[図3]



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[図4]



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> H01L21/306, H01L21/308

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> H01L21/306, H01L21/308

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2005年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2005年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2003-100701 A (三菱住友シリコン株式会社) 2003. 04. 04, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 2-6
X Y	JP 08-502148 A (エムイーエムシー・エレクトロニック・マテリアルズ・インコーポレイテッド) 1996. 03. 05, 全文、全図 & US 5340437 A & EP 0673545 A1 & WO 1995/010850 A1 & CN 1115588 A & KR 0161794 B1	1, 2 3, 5, 6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 01. 2005

国際調査報告の発送日 15. 2. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

菅野 智子

4 R

9 5 4 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2002-203823 A (信越半導体株式会社) 2002. 07. 19, 全文、全図 & US 2003/0171075 A1 & EP 1313135 A1 & WO 2002/001616 A1 & TW 0514976 B	1, 2 3-6
X Y	JP 11-135474 A (コマツ電子金属株式会社) 1999. 05. 21, 全文、全図 & US 6234873 B1 & TW 0412800 B	1 6
A	JP 11-233485 A (信越半導体株式会社) 1999. 08. 21, 全文、全図 & US 6239039 B1 & US 6346485 B1 & EP 0928017 A2	1-6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015999

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/306, H01L21/308

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/306, H01L21/308

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2003-100701 A (Sumitomo Mitsubishi Silicon Corp.), 04 April, 2003 (04.04.03), Full text; all drawings (Family: none)	1 2-6
X Y	JP 08-502148 A (MEMC Electronic Materials, Inc.), 05 March, 1996 (05.03.96), Full text; all drawings & US 5340437 A & EP 0673545 A1 & WO 1995/010850 A1 & CN 1115588 A & KR 0161794 B1	1, 2 3, 5, 6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
26 January, 2005 (26.01.05)

Date of mailing of the international search report  
15 February, 2005 (15.02.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015999

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-203823 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 19 July, 2002 (19.07.02), Full text; all drawings & US 2003/0171075 A1 & EP 1313135 A1 & WO 2002/001616 A1 & TW 0514976 B	1, 2 3-6
X Y	JP 11-135474 A (Komatsu Electronic Metals Co., Ltd.), 21 May, 1999 (21.05.99), Full text; all drawings & US 6234873 B1 & TW 0412800 B	1 6
A	JP 11-233485 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 21 August, 1999 (21.08.99), Full text; all drawings & US 6239039 B1 & US 6346485 B1 & EP 0928017 A2	1-6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**